

JOÃO JOSÉ TEIXEIRA JÚNIOR

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE TREINAMENTO DE FORÇA E TREINAMENTO
COMBINADO DE FORÇA E ENDURANCE EM HOMENS SEDENTÁRIOS**

Monografia apresentada como requisito parcial para
conclusão do curso de Lic. em Educação Física , do
Departamento de Educação Física, Setor de Ciências
Biológicas, Universidade Federal do Paraná. Professor

Professor Orientador: AndréLuiz Felix Rodacki, PhD

DEDICATÓRIA

Nada mais justo do que dedicar esse trabalho às pessoas que tiveram participação direta nele. Ou seja, meus pais e minha namorada.

Outro fato pelo qual eles merecem essa dedicatória é que são as três pessoas que mais amo no mundo, e são as pessoas pelas quais tudo faria para fazê-las felizes.

AGRADECIMENTOS

AGRADEÇO a Deus, pela força em todos os momentos de minha vida. Aos meus pais que me deram a vida e me ensinaram a viver. A minha esperança de um futuro feliz, minha namorada que tanto amo, sem a qual não teria conseguido. Agradeço também aos meus irmãos, avós e todos os parentes que me deram força. Aos meus amigos, colegas de trabalho e de faculdade, professores e em especial meu orientador André Rodacki. E por fim, agradeço as pessoas que serviram como objeto de experiência do meu estudo.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMO	vii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICATIVA.....	3
1.2.1. Objetivo.....	4
1.2.2. Objetivos Específicos.....	4
1.2.3. Hipóteses	4
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	6
2.1. EFEITOS FISIOLÓGICOS DO EXERCÍCIO	6
2.1.1. Alterações Bioquímicas	6
2.1.2. Alterações Sistêmicas.....	10
2.1.2.1. Alterações cardiovasculares	10
2.1.2.2. Alterações respiratórias	15
2.1.3. Alterações na Composição Corporal	18
2.2. ALTERAÇÕES NOS NÍVEIS DE COLESTEROLE TRIGLICERÍDIOS	20
2.3. MODIFICAÇÕES BIOQUIMICAS ORIUNDAS DO TREINAMENTO DE FORÇA E ENDURANCE	22
2.4. MODIFICAÇÕES SISTÊMICAS PROVENIENTES DO TREINAMENTO DE ENDURANCE	26

2.5 MODIFICAÇÕES SISTÊMICAS PROVENIENTES DO	
TREINAMENTO DE FORÇA.....	28
2.6. MODIFICAÇÃO NA COMPOSIÇÃO CORPORAL PROVENIENTE	
DO TREINAMENTO	29
2.7. MODIFICAÇÃO NOS NÍVEIS DE LIPÍDIOS PROENIENTES DO	
TREINAMENTO	30
2.8. FATORES QUE INFLUENCIAM NOS EFEITOS FISIOLÓGICOS DO	
EXERCÍCIO.....	3
2.8.1. Frequência e Duração do Treinamento	32
2.8.2. Intensidade do Treinamento	33
2.8.3. Especificidade do Treinamento.....	37
2.9. MECANISMOS FISIOLÓGICOS QUE CAUSAM AUMENTO DA	
FORÇA MUSCULAR	40
2.9.1. Fatores Neurais	40
2.9.2. Hipertofia	41
2.9.3. Hiperplasia.....	42
2.9.4. Frequência Cardíaca	42
2.9.5. Adaptação da Coordenação Neuromuscular	43
2.10. MECANISMOS FISIOLÓGICOS QUE CAUSAM AUMENTO NA	
ENDURANCE	43
2.10.1. Volume de Ejeção.....	43
2.10.2. Frequência Cardíaca	44
2.10.3. Débito Cardíaco.....	45
2.10.4 Fluxo Sangüíneo	46

2.10.5 Volume Sangüíneo	46
3. METODOLOGIA	47
3.1. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS	47
3.1.1. Variáveis de Estudo	47
3.1.2. Treinamento de Força.....	48
3.1.3. Treinamento de Endurance	49
4. RESULTADOS	50
4.1. CARACTERIZAÇÃO DO G1.....	50
4.2. CARACTERIZAÇÃO DO G2.....	51
4.3. COMPARÇÃO ENTRE G1 E G2	53
5. DISCUSSÃO	57
6. CONCLUSÃO	60
ANEXOS	61
Anexo 1 LISTA DE EXERCÍCIOS.....	62
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Comparação entre grupos das modificações do peso corporal.....	53
Figura 2	Comparação entre grupos das modificações das dobras cutâneas ..	54
Figura 3	Comparação entre os grupos em relação ao $VO_{2máx}$	55
Figura 4	Comparação entre os grupos em relação a força de ísquio tibial.....	56

RESUMO

Para esse trabalho foram selecionados 19 indivíduos que foram divididos em dois grupos, os quais realizaram o mesmo treinamento de força, porém um dos grupos realizou também treinamento de endurance as segundas, quartas e sextas-feiras com duração de 20 minutos após a realização do treinamento de força. Todos os indivíduos foram testados antes e após a realização de um período de treinamento de 8 semanas. Os testes realizados foram em relação as medidas das dobras cutâneas, peso, idade, VO_{2max} e força. Para as medidas do VO_{2max} foi utilizado o protocolo de Astrand em um cicloergometro e para medidas de força utilizou-se teste 1 repetição máxima. O objetivo do trabalho foi comparar os efeitos do treinamento de força isolado com os efeitos do treinamento de força combinado com endurance sobre as variáveis acima descritas.

1. INTRODUÇÃO

1.1. PROBLEMA

Muito se sabe sobre os efeitos do treinamento de força e seus resultados, seja a curto, médio ou longo prazo, assim também como os benefícios causados pelo treinamento de endurance (aeróbico). Porém os resultados da combinação de diferentes métodos de treinamento sobre algumas variáveis não são amplamente conhecidos. Como por exemplo, o treinamento de força e de resistência.

Sabe-se que alguns princípios norteiam os métodos de treinamento. O princípio da especificidade indica que o efeito do treinamento apresenta resultados específicos no organismo em virtude do mesmo adaptar-se de maneira específica ao treinamento realizado, ou seja, treinamento de endurance provoca melhora na endurance enquanto que o treinamento de força resulta em melhora da força (GUEDES, 1998).

McARDLE et al (1998) coloca que o treinamento combinado de força e endurance reduz a amplitude do aprimoramento na força e na potência musculares, possivelmente devido as possibilidades de uma maior demanda de energia (talvez proteína) proveniente do treinamento de endurance impor um limite ao crescimento muscular.

FOSS (2000), defende que o treinamento combinado (força e endurance) reduz os efeitos esperados das aptidões fisiológicas que acompanham o

treinamento de uma destas. Tal afirmação foi baseada em um estudo em que os dois métodos de treinamento (força e endurance) foram combinados.

Isso indica que o mais adequado seria executar um tipo de treinamento visando melhora específica de uma capacidade motora (força ou endurance).

Outro dado interessante é apontado por KICHSON (1980, apud FLECK 1997), que descreve um treinamento realizado por três grupos (força, força combinada com endurance e endurance).

O grupo que treinou força combinada com endurance teve queda na força das pernas, nas duas últimas semanas de um treinamento de oito semanas, comparado com o grupo que treinou apenas força. Contudo, comparando a endurance não houve comprometimento do trabalho combinado em confronto com o grupo que treinou apenas endurance.

FLECK (1997) faz algumas considerações importantes sobre o treinamento combinado, como: a força muscular e o desempenho anaeróbico podem ser comprometidos pelo treinamento de endurance de alta intensidade e o consumo máximo de oxigênio e a endurance não sofrem qualquer influência negativa do treinamento combinado.

BOMPA (2001), coloca que o treinamento combinado de força e resistência não afeta a melhora da potência aeróbia ou da força muscular, pois existe transferência positiva de uma capacidade para a outra (treinando-se força tem-se melhora na endurance). Entretanto, quando o treinamento exige um alto grau de especificidade para aumento da força ou para a melhora da endurance tal transferência não ocorre devido ao alto grau de especificidade do trabalho de força,

por exemplo, onde as cargas são superiores a 85% da 1RM e as repetições variam entre uma e quatro dependendo do percentual da 1RM utilizada para treinamento.

Da mesma maneira, WILMORE (2001), explica que o treinamento de força ou anaeróbico do tipo explosão pode provocar apenas pequenas alterações no $VO_{2\text{máx}}$. SALE (1990, apud POWERS, 2000), concluiu que o treinamento de força e endurance combinado não interfere nos ganhos de força ou de endurance, pois não existe transferência negativa do treinamento de força para o treinamento de endurance e vice-versa. Sendo assim, cada treinamento produz resultado em sua capacidade específica.

Assim um treinamento de força resultará em melhoria na força, bem como um treinamento de endurance produzirá ganhos em resistência (princípio da especificidade).

Portanto, mesmo conhecendo profundamente os resultados de cada tipo de treinamento, de maneira isolada, e seus efeitos no organismo existe pouca clareza no que diz respeito à combinação de treinamentos, como por exemplo, treinamento simultâneo de força e endurance, já que cada autor aponta em uma direção.

1.2. JUSTIFICATIVA

O trabalho justifica-se pela necessidade de se investigar os efeitos do treinamento combinado de força e de endurance a fim de fornecer subsídios para

que atletas e técnicos possam utilizar o treinamento combinado de maneira mais eficaz.

1.2.1. Objetivo

O objetivo desse trabalho é verificar quais os efeitos de diferentes programas de treinamento sobre as capacidades força e endurance muscular.

1.2.2. Objetivos Específicos

- 1) Analisar os efeitos do treinamento de força sobre a endurance muscular.
- 2) Analisar os efeitos do treinamento combinado de força e endurance sobre estas duas capacidades físicas.

1.2.3 Hipóteses

H1) O treinamento de força produzirá ganhos na força e na endurance.

H2) O treinamento de endurance combinado com treinamento de força não produzirá melhora na força.

H3) O treinamento de endurance combinado com treinamento de força não produzirá melhora na endurance.

H4) O treinamento de endurance combinado com o treinamento de força produzirá melhoras mais significativas na endurance que o treinamento isolado de força.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. EFEITOS FISIOLÓGICOS DO EXERCÍCIO

Nos últimos anos, têm surgido grande número de evidências que associam a inatividade física e a falta de exercício físico ao aparecimento de diversas alterações crônico-degenerativos que são, muitas vezes, causa principal de limitações e incapacidades importantes que podem comprometer a melhor qualidade de vida dos indivíduos. (BLAIR et al., 1989; PAFFENBARGER et al., 1993).

Para efeito deste estudo apresenta-se as alterações bioquímicas, alterações sistêmicas, alterações na composição corporal e alterações nos níveis de colesterol e triglicerídeos.

2.1.1 Alterações Bioquímicas

A alteração bioquímica ocorre com o aumento da oxidação de carboidratos (glicogênio). O músculo tem capacidade de desintegrar o glicogênio quando há presença de oxigênio (WARD, 1995).

Existem duas adaptações principais que contribuem para a maior capacidade de as células musculares oxidarem os carboidratos após o treinamento: aumento no número, no tamanho e na área superficial da membrana das mitocôndrias do

músculo esquelético e aumento no nível de atividade ou concentração das enzimas implicadas no ciclo de *Krebs* e no sistema de transporte de elétrons (uma maior atividade dessas enzimas, como resultado de treinamento, corresponde a mais ATP produzido na presença de oxigênio).

Além dessa maior capacidade do músculo de oxidar glicogênio, observa-se também aumento de 2,5 vezes na quantidade de glicogênio armazenado no músculo após o treinamento. Esse aumento no armazenamento do glicogênio é devido, pelo menos em parte, ao fato de o treinamento produzir maiores atividades das enzimas responsáveis pela síntese e desintegração do glicogênio (enzimas do ciclo do glicogênio).

As alterações mitocondriais e enzimáticas juntamente com o maior armazenamento de glicogênio no músculo funcionam no sentido de aprimorar efetivamente todos os aspectos das capacidades aeróbicas do músculo.

A outra alteração aeróbica que ocorre no músculo é a maior oxidação de gordura. Assim como aumenta a desintegração do glicogênio na presença do oxigênio, aumenta também a desintegração de gordura.

Essa também é transformada em dióxido de carbono e água ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$), com produção de ATP. A gordura deve servir como a principal fonte de combustível para o músculo esquelético durante os exercícios de resistência, portanto, essa maior capacidade em oxidar gordura constitui uma vantagem definida.

Durante os curtos períodos de um exercício moderado, a energia deriva em quantidades aproximadamente iguais dos carboidratos e gorduras. Porém, à medida que o exercício prossegue por uma hora ou mais, observa-se um aumento gradual

na utilização das gorduras para obter energia, ao mesmo tempo em que os carboidratos são depletados (FOSS, 2000).

O aumento na capacidade dos músculos em oxidar gordura após um treinamento de resistência deve-se aos seguintes fatores: aumento nas reservas intramusculares de triglicerídios, que constituem a forma de armazenamento da gordura; maior liberação de ácidos graxos livres a partir do tecido adiposo, isto é, a disponibilidade de gorduras como combustível aumenta; e aumento nas atividades das enzimas implicadas na ativação, no transporte e na desintegração dos ácidos graxos.

O aprimoramento na produção aeróbica de ATP pelas gorduras com o treinamento aeróbico pode ajudar a manter a integridade celular, assim como um alto nível de função que poderia contribuir para um aperfeiçoamento da endurance independente das reservas de glicogênio.

As alterações anaeróbicas no músculo que resultam do treinamento consistem em maiores capacidades do sistema dos fosfogênicos (ATP-PC) e da glicólise anaeróbica, isto é, o sistema ácido láctico.

O sistema dos fosfogênicos (ATP-PC) é um sistema anaeróbico que representa a mais rápida fonte disponível do ATP para ser usada pelo músculo. Tanto ATP como PC são armazenados nas células musculares, porém o armazenamento de PC no músculo ultrapassa aquele de ATP.

Isso é importante porque a função de PC é fornecer energia para ressíntese de ATP. Esse sistema é de extrema importância durante exercícios rápidos e vigorosos, pois esses exigem muito mais um fornecimento rápido do que uma grande quantidade de energia ATP.

A maior desvantagem desse sistema é a sua capacidade limitada, a quantidade total de energia disponível é pequena. Se nenhuma outra fonte de energia estiver disponível para o músculo ocorrerá fadiga rapidamente.

O aumento da capacidade desse sistema dos fosfogênicos, durante os exercícios, se deve aos maiores níveis de reservas musculares de ATP e PC e ao aumento nas atividades das enzimas-chave implicadas no sistema ATP-PC.

FOSS (2000) relata ocorre um aumento significativo nas reservas musculares de ATP e também nas concentrações de PC, isso faz com que haja melhora, no decorrer dos treinamentos físicos, na execução das atividades que exigem apenas alguns segundos para serem realizadas. Para que haja esse aumento nas reservas musculares, deve ocorrer a desintegração e ressintetização do ATP.

No entanto, para isso, é necessária a atuação de enzimas-chave. Uma enzima denominada ATPase facilita a desintegração do ATP, enquanto as enzimas mioquinase e creatina cinase facilitam a ressíntese de ATP.

O sistema da glicólise anaeróbica (ácido láctico) é um outro sistema anaeróbico no qual o ATP é ressintetizado dentro do músculo. Esse sistema envolve a desintegração incompleta de uma das substâncias alimentares, o carboidrato (açúcar), em ácido láctico. No corpo, todos os carboidratos são transformados em glicose (açúcar simples) que pode ser utilizada imediatamente dessa forma ou armazenada no fígado e nos músculos como glicogênio para utilização subsequente.

A capacidade total desse sistema de produzir energia em forma de ATP é ampla em comparação as sistema dos fosfogênicos.

2.1.2. Alterações Sistêmicas (Cardiorrespiratórias)

2.1.2.1. Alterações cardiovasculares

O coração tem como principal função bombear o sangue através da circulação arterial pulmonar e sistêmica. Sendo assim, o débito cardíaco ou o volume de ejeção a cada minuto poderá ser utilizado como um dos referenciais que procura traduzir a capacidade de trabalho do coração. Além do débito cardíaco, a frequência cardíaca, o volume sistólico, a resistência vascular periférica e a pressão sangüínea terão alterações fisiológicas muito importantes durante os treinamentos físicos.

O débito ou rendimento cardíaco é a quantidade de sangue bombeada pelo coração, habitualmente durante o período de um minuto; ou seja, é a quantidade de sangue ejetado por minuto numa sístole. Ele é um dos principais determinantes da quantidade de oxigênio enviada aos tecidos periféricos, notadamente aos músculos ativos. Portanto, o débito cardíaco demonstra relação diretamente proporcional com o consumo de oxigênio necessário para atender à demanda energética exigida pelo esforço físico.

O débito cardíaco depende da frequência cardíaca (ritmo de bombeamento) e do volume de ejeção (quantidade de sangue ejetada a cada vez). Portanto, débito cardíaco (DC) = frequência cardíaca (FC) x volume de ejeção.

O valor do débito cardíaco varia consideravelmente em um indivíduo em repouso, pois é alterado até pelas condições emocionais. Apesar de haver essa

variação, 5 litros é um valor médio de débito cardíaco em repouso para pessoas treinadas e destreinadas. O que varia entre indivíduos treinados e destreinados em repouso é a frequência cardíaca (como consequência disto haverá também diferença de volume de ejeção, pois $DC = FC \times \text{volume de ejeção}$).

A frequência cardíaca, considerada parâmetro cardiovascular mais sensível ao esforço físico, é controlada por fatores intrínsecos do próprio coração e por fatores extrínsecos relacionados aos aspectos neurológicos e hormonais.

A frequência cardíaca em homens destreinados em repouso é de aproximadamente 70 batimentos por minuto (bpm), em homens treinados é de aproximadamente 50 bpm. Essa redução da frequência cardíaca (bradicardia) em repouso nos indivíduos treinados se deve ao fato de que, durante treinamento de atletas tanto de endurance quanto de não-endurance, o ritmo intrínseco do marcapasso do coração diminui, ou seja, o nódulo sinusal do coração sofre maior influência da acetilcolina após os exercícios, essa é um hormônio parassimpático que exerce efeito desacelerador sobre a frequência cardíaca.

A frequência cardíaca tende a diminuir rapidamente após as atividades físicas em razão da diminuição da atividade metabólica muscular. Porém, pós-esforço físico, essa frequência pode permanecer acima dos níveis de repouso por longo período de tempo, dependendo, entre outros fatores, do tipo e da intensidade do exercício físico realizado, do nível de catecolaminas circulantes, da acidose metabólica desencadeada e, fundamentalmente, do nível de condicionamento aeróbico demonstrado pelo indivíduo.

Com relação ao fluxo sanguíneo, esse aumenta em proporção à intensidade do exercício. Quando o indivíduo passa do repouso para o exercício em ritmo

estável, o débito cardíaco aumenta até alcançar um platô. Esse é atingido quando o fluxo sanguíneo é suficiente para atender às necessidades metabólicas do exercício. Durante o exercício máximo realizado com os “grandes músculos” o fluxo de sangue para o músculo representa 84% do débito cardíaco total.

O aumento do fluxo sanguíneo muscular durante o exercício se deve, principalmente, ao maior débito cardíaco. Entretanto, o fluxo sanguíneo para o músculo é desproporcionalmente grande em relação ao de outros tecidos. O sangue é dirigido através dos músculos ativos a partir de áreas que, temporariamente, podem tolerar uma redução no fluxo sanguíneo normal, como é o caso dos rins. Já o coração e o cérebro não podem comprometer seu suprimento sanguíneo.

O débito cardíaco varia, durante o exercício, entre as pessoas treinadas e destreinadas. O débito cardíaco máximo alcançado por indivíduos destreinados é de 4 vezes o débito cardíaco em repouso, ou seja, aproximadamente 20 a 22 litros de sangue por minuto. Em contrapartida, o débito cardíaco de um atleta, durante um exercício, é de 8 vezes o débito cardíaco em repouso, ou seja, aproximadamente 35 a 40 litros de sangue por minuto. A frequência cardíaca desses indivíduos (adultos jovens) costuma ser de 195 bpm; entretanto, a pessoa treinada pode ter a sua frequência cardíaca ainda menor.

Uma pessoa em repouso, carrega em seu sangue arterial aproximadamente 200 mL de O_2 . Como o débito cardíaco por minuto em repouso é de 5 litros, essa pessoa dispõe de 100 mL de O_2 . Desse valor, 750 mL de O_2 retornam ao coração sem ter sido utilizados. Esse oxigênio “extra” representa oxigênio em reserva para assegurar oxigenação dos tecidos caso haja um aumento brusco nas necessidades metabólicas desses.

Durante o exercício, ocorre um aumento de O_2 circulante, pois quando o débito cardíaco é aumentado, aumenta também, proporcionalmente, a capacidade de circular oxigênio. Como foi visto acima, o débito cardíaco de uma pessoa destreinada, durante o exercício, é de 20 a 22 litros por minuto e de uma pessoa treinada é de 35 a 40 litros por minuto. Se o fluxo sanguíneo fosse o único meio que permitisse aumentar o fornecimento de O_2 aos tecidos, esses valores deveriam ser de 100 litros por minuto para que houvesse um aumento de 20 vezes na captação de O_2 - aumento esse que não é raro entre homens e mulheres treinados. Felizmente, um débito cardíaco tão grande é desnecessário durante o exercício, pois a hemoglobina pode liberar uma quantidade de seu oxigênio de reserva a partir do sangue que perfunde os tecidos ativos.

Esse grande volume de ejeção do atleta treinado, durante o exercício, resulta principalmente de uma câmara ventricular ampliada (hipertrofia excêntrica), que está associada com um maior enchimento crônico do coração. Essa hipertrofia cardíaca pode ser encarada como uma adaptação biológica fundamental do músculo a uma maior carga de trabalho. Quando o tamanho do ventrículo esquerdo aumenta com o treinamento de endurance, essa hipertrofia não constitui uma adaptação permanente; pelo contrário, o tamanho do coração retorna aos níveis de pré-treinamento quando a intensidade desse treinamento é reduzida, aparentemente sem quaisquer efeitos deletérios.

A resistência vascular é uma força que se opõe ao fluxo sanguíneo, causando atrito entre o sangue e a parede interna dos vasos. Essa resistência varia de acordo com a viscosidade do sangue, a extensão dos vasos arteriais e, principalmente, com o diâmetro dos vasos, pois este varia com frequência para mais – vasodilatação – e

para menos – vasoconstrição. Durante as atividades físicas de intensidade baixa e/ou moderada, a resistência periférica tende a diminuir, pois ocorre uma ação vasodilatadora dos vasos arteriais nos tecidos musculares ativos. Na sequência, ocorrem ajustamentos constritores adicionais nos tecidos menos ativos, tornando possível uma redistribuição apropriada do fluxo sanguíneo, com maior atendimento aos tecidos envolvidos no esforço físico e com uma fuga dos tecidos musculares inativos e vísceras.

Como os vasos periféricos não permitem que o sangue escoe pelo sistema arterial tão rapidamente quanto é ejetado pelo coração, parte do sangue bombeado pelo coração é armazenado na aorta, acarretando, portanto, uma onda de pressão que se desloca desde a aorta até os ramos mais afastados da árvore arterial, o que se denomina de pressão arterial.

A pressão mais elevada gerada pelo sistema cardiovascular ocorre durante a sístole ventricular. Logo, a pressão sistólica é um indicativo do trabalho cardíaco e da tensão que age contra as paredes arteriais durante a contração ventricular. Por outro lado, a pressão mais baixa ocorre por ocasião da diástole ventricular. Portanto, a pressão diastólica permite uma estimativa quanto à resistência periférica e à facilidade com que o sangue flui das arteríolas para dentro dos capilares.

2.1.2.2. Alterações respiratórias

O objetivo da ventilação consiste em manter as concentrações de oxigênio, gás carbônico e íons hidrogênio nos tecidos. Apesar de um aumento múltiplo na produção de gás carbônico e no consumo de oxigênio durante os exercícios, normalmente os mecanismos reguladores mantêm a concentração de PCO_2 e H^+ extremamente constante no meio de uma ampla taxa de metabólitos.

Os mecanismos de controle para o sistema ventilatório ou pulmonar durante o exercício se dá quando a área responsável é atingida por impulsos provenientes da região motora do cérebro (comando central), dos quimioceptores centrais e de uma ampla variedade de impulsos ascendentes oriundos de receptores especializados em realizar a sincronização da hiperpnéia ao exercício. Esses receptores incluem os quimioceptores dos corpúsculos carotídeos e aórticos e os aferentes dos músculos intercostais e diafragma. Durante o exercício, a respiração pode ser aprimorada também por receptores pulmonares e das vias aéreas e mecanoreceptores dos músculos esqueléticos. Isso resulta em uma maior atividade neural para o diafragma e os músculos intercostais, através dos nervos frênicos e intercostais, que a seguir elevam a frequência e a profundidade da respiração. Com a finalidade de regular a PO_2 , a PCO_2 e o PH arterial.

A elevação rápida na ventilação, que ocorre por ocasião do início do exercício (hiperpnéia do exercício), deve-se ao "transbordamento" do comando central (motor) dos neurônios que passam através do bulbo quando vão iniciar a contração muscular.

Durante esse exercício estático, o aumento da ventilação é decorrente muito mais por um aumento no volume corrente do que o aumento da frequência respiratória. Quando a contração é interrompida, há uma queda rápida e significativa na ventilação.

No exercício dinâmico, o comando central (motor) novamente é o principal mediador do aumento da ventilação (volume corrente e frequência) que ocorre no início do exercício. Os aumentos na frequência e profundidade da respiração são decorrente de uma maior atividade neural para os neurônios que inervam os intercostais e o diafragma (nervo frênico). O grau de hiperpnéia do exercícios às vezes é proporcional à magnitude da produção de força muscular e à taxa metabólica de CO_2 . O comando central também ajuda a manter constante a taxa de CO_2 . Além disso, outros mecanismos agem sobre o centro respiratório bulbar e ajudam a realizar a sincronização da resposta ventilatória, como os quimioceptores centrais, que são sensíveis a um aumento nas concentrações de PCO_2 ou H^+ , ou ainda os quimioceptores periféricos que são sensíveis ao um aumento de PCO_2 e de H^+ e também por um aumento de potássio ou uma redução de PO_2 . Depois que o comando central tiver proporcionado o principal impulso para aumentar a ventilação, esses quimioceptores minimizam as alterações na PCO_2 .

O diafragma, os músculos intercostais e os músculos expiratórios abdominais representam os músculos primários da respiração, esses possuem fusos musculares, órgãos tendinosos de Golgi e fibras aferentes do grupo III, grupo IV como os outros músculos esqueléticos. É possível que esses músculos atuem na ventilação durante o exercício, atuando na eficiência da respiração. As fibras aferentes fornecem informações ao bulbo destinado a regular a eficiência (custo de

O₂) da respiração. Mais especificamente, os aferentes do fuso e o órgão tendinoso de Golgi informam ao cérebro das condições existentes nos músculos respiratórios, que em seguida atuam modificando o padrão de disparo dos neurônios, assim como a frequência e a amplitude da respiração. O resultado desejado consiste em minimizar o trabalho respiratório.

Outros mecanismos também proporcionam um influxo ao bulbo e como resultado podem aprimorar a resposta ventilatória durante o exercício. Esses incluem os proprioceptores, mecanorreceptores e metaboloreceptores encontrados nos músculos que estão sendo exercitados e os mecanorreceptores do ventrículo direito.

Durante o exercício dinâmico árduo ou intenso, o corpo exibe uma hiperventilação, pois o aumento na ventilação é desproporcionalmente maior que o ritmo de trabalho. Parece que o acúmulo de H⁺ no sangue não é o único fator responsável pelo aumento da ventilação induzida pelos quimioceptores carotídeos. É provável a participação de outros fatores, como aumento nas catecolaminas plasmáticas, um aumento no potássio sangüíneo e o impulso central (quando mais músculos são recrutados voluntariamente para corresponder ao esforço de trabalho).

As diferenças entre indivíduos treinados e destreinados ocorre também na área do controle voluntário, pois as pessoas treinadas exibem menores aumentos na ventilação por unidade de VO₂ ou VCO₂. Isso significa uma menor resposta ventilatória para determinados estímulos químicos. Ainda mais, que os impulsos ventilatórios hipóxicos e hipercápnicos estão relacionados inversamente ao VO₂

máximo. Essas condições decorrem de uma menor capacidade de suportar o exercício.

2.1.3. Alterações na Composição Corporal

As alterações na composição corporal induzidas pelo treinamento são as seguintes: adaptações favoráveis no peso corporal, mediante reduções da quantidade de gordura corporal, enquanto aumenta ou preserva a massa isenta de gordura; redução do peso corporal (essa depende da frequência e duração das sessões de exercícios físicos e da duração dos programas de treinamento – semanas, meses, anos); e manutenção do peso corporal por um período mais longo do que o conseguido pelas dietas hipocalóricas. A perda de gordura corporal depende do equilíbrio entre as calorias ingeridas e as calorias despendidas.

Embora uma única sessão de exercícios físicos, se comparada com dietas mais rigorosas, possa resultar em menor participação de demanda energética, um programa regular de exercícios físicos deverá induzir a diferenças substanciais ao longo de algum tempo, podendo levar a reduções de aproximadamente 10 Kg de peso corporal em um ano, mesmo com o consumo energético permanecendo constante. Não pode-se deixar de lado o fato que o metabolismo permanece temporariamente alto após o exercício, que é chamado por WILMORE (2001) de “consumo máximo de oxigênio pós-exercício”.

Porém, às vezes, a prática de atividade física não consegue diminuir o peso corporal das pessoas, mas só o fato delas serem ativas já torna as pessoas mais saudáveis.

Para as alterações no peso corporal serem mais evidentes, seria necessário um acompanhamento longo (um ou dois anos). No entanto, se o treinamento for interrompido, a pessoa tende a retornar ao peso corporal inicial após alguns meses.

Por outro lado, a hipótese de que a falta de atividade física possa promover o desenvolvimento da obesidade e de que os indivíduos mais ativos estão menos suscetíveis a um maior acúmulo de gordura corporal tem sido reforçada constantemente (MACARDLE, 1998; SILVA, 1997).

Com base nas informações de que os indivíduos com maiores quantidades de gordura corporal tendem a apresentar menor gasto energético nas atividades físicas do que os mais magros, e nem sempre apresentam uma ingestão calórica maior, ultimamente tem-se apontado a inatividade física como causa mais importante da obesidade do que o excesso de calorias ingeridas (BUSKIRK apud GUEDES, 1995).

Salvo em casos patológicos, o desequilíbrio entre o consumo e o gasto calórico é tido como o principal fator no estabelecimento do estado de obesidade.

Existe posição consensual entre os especialistas de que a obesidade pode ser prevenida por meio de programas de exercícios físicos adequadamente prescritos, desde que a ingestão calórica não exceda à quantidade de calorias utilizadas nos exercícios físicos somada ao gasto calórico que o metabolismo corporal necessita para atender às atividades do cotidiano (HILL et al, apud GUEDES, 1995).

Essas condições de menores quantidades de gordura que podem resultar do exercício físico se tornam bastantes visíveis ao se comparar a composição corporal de indivíduos que são habitualmente mais ativos com aqueles que são menos ativos.

Com relação às características dos programas de exercícios físicos voltados a impedir maior acúmulo de gordura, estes deverão privilegiar esforços físicos com predomínio da produção de energia por intermédio do metabolismo aeróbico, em que a intensidade dos esforços deverá se adequar a índices que permitam trabalho muscular de forma interrupta e de longa duração.

2.2. ALTERAÇÕES NOS NÍVEIS DE COLESTEROL E TRIGLICERÍDEOS

O colesterol reduzido no sangue é o ruim e caracteriza-se por lipoproteínas de baixa densidade. O colesterol bom ou lipoproteína de alta densidade aumenta.

Outros fatores, como não ser tabagista, ter uma dieta adequada, não ingerir ou ingerir álcool moderadamente, não ter diabetes entre outros, também interferem nas alterações dos níveis de colesterol e triglicerídios no sangue (GUYTON, 1996).

Com uma redução agressiva do colesterol é possível uma diminuição de até 50% de mortes cardíacas. A meta derradeira deveria ser alcançar níveis de colesterol abaixo de 180 mg / dl para adultos acima de 30 anos.

Para cada redução de 1% no seu colesterol, o risco de doença cardíaca decresce de 2 a 3 por cento.

Procurando formas mais precisas para medir o risco, verifica-se que existem tipos de colesterol que influenciam o risco de doença cardíaca. Por exemplo, lipoproteínas de baixa densidade (LDL) contêm grandes quantidades de colesterol e outras gorduras e uma pequena quantidade de proteínas.

A LDL deixa colesterol nas células para armazenamento. Níveis altos de colesterol LDL no sangue são os principais fatores na aceleração na arteriosclerose (GUYTON, 1996).

Lipoproteína de alta densidade (HDL) é um outro tipo que contrastando com a LDL, contém pouca quantidade de colesterol e outras gorduras e grande quantidade de proteína.

A HDL é responsável pelo transporte de colesterol do corpo para o fígado, onde é expelido sob a forma de bile. Um alto nível de HDL indica um risco diminuído de doença das coronárias e de arteriosclerose.

Um terceiro tipo de lipídio no sangue é uma lipoproteína de densidade muito baixa (VLDL). Esta substância contém mais gordura do que proteína e consiste, principalmente, de triglicerídios ao invés de colesterol. Pensa-se que um alto nível de VLDL está associado à arteriosclerose progressiva. Por isto é que altos níveis de triglicerídios devem ser evitados, mesmo com leituras normais de colesterol. (COOPER; 1992).

Assim, os programas com exercícios regulares causam reduções nos níveis sanguíneos tanto de colesterol quanto de triglicerídios. Essa alteração é particularmente aparente nos indivíduos que já tinham altos níveis dessas substâncias no sangue antes do treinamento. Isso é muito importante, pois altos

níveis de colesterol e de triglicerídios estão relacionados com uma alta incidência de coronariopatia (GUEDES, 1995).

2.3 MODIFICAÇÕES BIOQUÍMICAS ORIUNDAS DO TREINAMENTO DE FORÇA E ENDURANCE

A bioquímica freqüentemente refere-se ao estudo de eventos nos níveis subcelular e molecular. Ela tenta explicar como os exercícios alteram o metabolismo na fibra muscular. As alterações bioquímicas dividem-se em alterações aeróbicas e alterações anaeróbicas.

As alterações aeróbicas ocorrem no músculo esquelético, principalmente quando o treinamento é de resistência.

Uma das alterações, ou adaptações melhor dizendo, que ocorre no músculo é o aumento de mioglobina. A mioglobina serve de depósito de oxigênio e está presente em grande quantidade em músculos que se mantêm em atividade por longos períodos. Além de servir de depósito, a mioglobina ajuda no fornecimento de oxigênio da membrana celular para as mitocôndrias, onde é consumido.

Outra alteração que ocorre é o aumento da oxidação de carboidratos (glicogênio). O músculo tem capacidade de desintegrar o glicogênio quando há presença de oxigênio e esse, como vimos acima, está aumentado. Um mol de glicogênio é transformado em dióxido de carbono e água ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$), com produção de ATP (há liberação de energia suficiente para ressíntese de 39 moles de ATP), ou seja, a capacidade do músculo de gerar energia aerobicamente está

aprimorada nessas condições. Existem duas adaptações principais que contribuem para a maior capacidade de as células musculares oxidarem os carboidratos após o treinamento: aumento no número, no tamanho e na área superficial da membrana das mitocôndrias do músculo esquelético e aumento no nível de atividade ou concentração das enzimas implicadas no ciclo de Krebs e no sistema de transporte de elétrons (uma maior atividade dessas enzimas, como resultado de treinamento, corresponde a mais ATP produzido na presença de oxigênio). Além dessa maior capacidade do músculo de oxidar glicogênio, observa-se também aumento de 2,5 vezes na quantidade de glicogênio armazenado no músculo após o treinamento. Esse aumento no armazenamento do glicogênio é devido, pelo menos em parte, ao fato de o treinamento produzir maiores atividades das enzimas responsáveis pela síntese e desintegração do glicogênio (enzimas do ciclo do glicogênio).

As alterações mitocôndriais e enzimáticas que foram citadas, mais o maior armazenamento de glicogênio no músculo, funcionam juntas no sentido de aprimorar efetivamente todos os aspectos das capacidades aeróbicas do músculo.

A outra alteração aeróbica que ocorre no músculo, é a maior oxidação de gordura. Assim como aumenta a desintegração do glicogênio na presença do oxigênio, aumenta também a desintegração de gordura. Essa também é transformada em dióxido de carbono e água ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$), com produção de ATP. A gordura deve servir como a principal fonte de combustível para o músculo esquelético durante os exercícios de resistência, portanto, essa maior capacidade em oxidar gordura constitui uma vantagem definida. Durante os curtos períodos de um exercício moderado, a energia deriva em quantidades aproximadamente iguais dos carboidratos e gorduras. Porém, à medida que o exercício prossegue por uma

hora ou mais, observa-se um aumento gradual na utilização das gorduras para obter energia, ao mesmo tempo em que os carboidratos são depletados. O aumento na capacidade dos músculos em oxidar gordura após um treinamento de resistência deve-se aos seguintes fatores: aumento nas reservas intramusculares de triglicerídios, que constituem a forma de armazenamento da gordura; maior liberação de ácidos graxos livres a partir do tecido adiposo, isto é, a disponibilidade de gorduras como combustível aumenta; e aumento nas atividades das enzimas implicadas na ativação, no transporte e na desintegração dos ácidos graxos. O aprimoramento na produção aeróbica de ATP pelas gorduras com o treinamento aeróbico pode ajudar a manter a integridade celular, assim como um alto nível de função que poderia contribuir para um aperfeiçoamento da endurance independente das reservas de glicogênio.

As alterações anaeróbicas no músculo que resultam do treinamento consistem em maiores capacidades do sistema dos fosfogênicos (ATP-PC) e da glicólise anaeróbica, isto é, o sistema ácido láctico.

O sistema dos fosfogênicos (ATP-PC) é um sistema anaeróbico que representa a mais rápida fonte disponível do ATP para ser usada pelo músculo. Tanto ATP como PC são armazenados nas células musculares, porém o armazenamento de PC no músculo ultrapassa o de ATP. Isso é importante porque a função de PC é fornecer energia para ressíntese de ATP. Esse sistema é de extrema importância durante exercícios rápidos e vigorosos, pois esses exigem muito mais um fornecimento rápido do que uma grande quantidade de energia ATP. A maior desvantagem desse sistema é a sua capacidade limitada, a quantidade total

de energia disponível é pequena. Se nenhuma outra fonte de energia estiver disponível para o músculo ocorrerá fadiga rapidamente.

O aumento da capacidade desse sistema dos fosfogênicos, durante os exercícios, se deve aos maiores níveis de reservas musculares de ATP e PC e ao aumento nas atividades das enzimas-chave implicadas no sistema ATP-PC.

Segundo estudos, ocorre um aumento significativo nas reservas musculares de ATP e também nas concentrações de PC, isso faz com que haja melhora, no decorrer dos treinamentos físicos, na execução das atividades que exigem apenas alguns segundos para serem realizadas.

Para que haja esse aumento nas reservas musculares, deve ocorrer a desintegração e ressintetização do ATP; no entanto, para isso, é necessário a atuação de enzimas-chave. Uma enzima denominada ATPase facilita a desintegração do ATP, enquanto as enzimas mioquinase e creatina quinase facilitam a ressíntese de ATP.

O sistema da glicólise anaeróbica (ácido láctico) é um outro sistema anaeróbico no qual o ATP é ressintetizado dentro do músculo. Esse sistema envolve a desintegração incompleta de uma das substâncias alimentares, o carboidrato (açúcar), em ácido láctico. No corpo, todos os carboidratos são transformados em glicose (açúcar simples), que pode ser utilizada imediatamente dessa forma ou armazenada no fígado e nos músculos como glicogênio para utilização subsequente. A capacidade total desse sistema de produzir energia em forma de ATP é ampla em comparação as sistema dos fosfogênicos.

Estudos sobre o aumento na capacidade da glicólise anaeróbica durante treinamentos são escassos. Porém, sabe-se que ocorre um aumento nas enzimas-

chave que controlam a glicólise. Dessa forma o ritmo e a quantidade de glicogênio desintegrado em ácido láctico acelera.

2.4. MODIFICAÇÕES SISTÊMICAS PROVENIENTES DO TREINAMENTO DE ENDURANCE

Essas alterações são perceptíveis tanto em repouso quanto em realização de exercício submáximo. Em repouso tem-se:

Há aumento no tamanho do coração que se caracteriza normalmente, em atletas de endurance, por uma grande cavidade ventricular, o que produz um maior volume de sangue na diástole.

Outra modificação refere-se a diminuição da frequência cardíaca de repouso que pode ser explicada pela hipertrofia cardíaca nos atletas de endurance.

O volume de ejeção aumenta nos atletas de endurance, fato explicado pelo aumento da cavidade ventricular.

O volume sanguíneo e a concentração de hemoglobina aumentam com o treinamento de endurance, pois ambos são importantes no transporte de oxigênio e tem alta correlação com o VO_{2max} . O treinamento a longo prazo resulta também em maior densidade capilar.

Já no exercício submáximo:

Pouca ou nenhuma alteração no consumo de oxigênio, sendo que a redução fica mais evidente quando se compara atletas com sedentários. O consumo de

glicogênio muscular é reduzido após o treinamento, fato que liga-se a maior capacidade de oxidar ácidos graxos livres.

Outra alteração é o menor acúmulo de lactato, uma hipótese para ocorrência disso é o menor déficit de oxigênio contraído no início do exercício em virtude da ajustagem mais rápida da captação de O^2 em relação as demandas energéticas (FOSS, 2000). Aumento na velocidade de desempenho/limiar de lactato, que refere-se a manter um ritmo de exercício submáximo igual ou superior ao do limiar de lactata.

Aumento no volume de ejeção também devido ao aumento da cavidade ventricular, assim como acontece em repouso.

Uma das modificações encontrada com maior constancia é a redução da frequência cardíaca, pois um coração treinado bate de maneira mais lenta e eficiente, requerendo assim menos oxigênio, do que um coração que bate com maior velocidade utilizando o mesmo débito cardíaco, ou seja, não treinado.

Por ultimo, diminuição do fluxo sanguíneo muscular por quilograma de músculo ativo, devido em parte a maior capilarização. Dessa maneira um atleta levaria vantagem em comparação com uma pessoa não treinada quando o exercício é realizado no calor, pois teria maior quantidade de sangue circulando na pele, o que proporcionaria melhor controle da temperatura interna.

2.5. MODIFICAÇÕES SISTÊMICAS PROVENIENTES DO TREINAMENTO DE FORÇA

Que aqui se dividem como em repouso e durante o trabalho. Em repouso:

Aumento no tamanho do coração que se caracteriza pela cavidade ventricular de tamanho normal e uma parede ventricular mais espessa. Esse aumento da espessura é decorrente da adaptação “às pressões sanguíneas intermitentemente elevadas durante o treinamento de força” (FLECK,1997). Dessa maneira, mesmo sendo a hipertrofia cardíaca a mesma observada nos atletas de endurance, a capacidade de volume de ejeção é a mesma de não atletas (FOSS,2000).

Diminuição da frequência cardíaca de repouso, a qual pode ocorrer ou não, segundo FLECK (1997), visto que a mesma é atribuída a estimulação parassimpática aumentada e simpática diminuída. Já o volume de ejeção nos atletas de força apresenta pouca ou nenhuma melhora comprovada em estudo produzido por LUSIANI et. al apud FLECK (1997).

Durante o exercício há aumento da pressão sanguínea e da frequência cardíaca, os quais atingem um pico-durante as ultimas repetições de uma série até a falha concêntrica voluntária. Tanto a frequência cardíaca, quanto a pressão sanguínea são mais altas quando a série é composta por cargas submáximas até a falha concêntrica voluntária do que séries com cargas equivalentes a 1 RM em conformidade com SALE et al apud FLECK (1997). Com aumento da pressão sanguínea ha aumento da pressão intratorácica, esses por sua vez resulta em aumento da pressão cerebroespinal tornando-as iguais. Aumentos na pressão cerebroespinal provocam redução na pressão transmural (diferença entre a

pressão dentro e fora de um vaso sanguíneo) nos vasos sanguíneos cerebrais, protegendo os mesmos contra danos causados por elevação na pressão de acordo com FLECK (1997).

Tanto volume sistólico quanto débito cardíaco apresentam elevações somente durante a fase excêntrica do exercício. Segundo MLIES et al apud FLECK (1997), as diferenças apresentadas no volume sistólico e débito cardíaco durante as fases excêntricas (quando o músculo se alonga mesmo produzindo força) e concêntricas (quando o músculo é ativado e se encurta) podem resultar em nenhuma alteração dos mesmos quando comparados com os valores apresentados em repouso quando pequenos grupos musculares estiverem envolvidos.

2.6. MODIFICAÇÕES NA COMPOSIÇÃO CORPORAL PROVENIENTE DO TREINAMENTO

Tanto na execução de treinamento de endurance quanto na de treinamento de força as modificações são: “perda na massa corporal total, na massa gorda e na gordura relativa e ganho na massa isenta de gordura” WILMORE (2001). Parte da perda nas massas corporal total, gorda e de gordura relativa deve-se ao consumo excessivo de oxigênio pós-exercício, que refere-se ao tempo que o corpo leva para retornar ao estado pré-exercício, no qual o gasto energético continua elevado (POWERS, 2000).

2.7. MODIFICAÇÕES NOS NÍVEIS DE LÍPIDEOS PROVENIENTES DO TREINAMENTO

O treinamento de endurance produz reduções nas concentrações séricas do colesterol total, dos triglicerídios e da LDL (lipoproteínas de baixa densidade) e aumento na concentração de HDL (lipoproteínas de alta densidade). Acredita-se que o colesterol HDL protege contra doenças coronarianas, enquanto que o nível elevado de LDL causa o efeito contrario. Sabe-se que indivíduos com elevado nível de colesterol plasmático apresentam decréscimo nos níveis de LDL e de triglicerídios com o treinamento de resistência (MAUGHAN, 2000).

Já no treinamento de força as considerações sobre as modificações nos níveis de lipídios são controversas. Existem relatos de concentrações de HDL, LDL e colesterol total em níveis normais, abaixo e acima do normal. O perfil lipídico de fisiculturistas é semelhante ao de corredores, e os levantadores de potencia tem menores concentrações de HDL e maiores concentrações de LDL, isso quando se leva em consideração a gordura total do corpo, a idade e o uso de esteróides, os quais diminuem a concentração de HDL (FLECK, 1997).

2.8. FATORES QUE INFLUENCIAM NOS EFEITOS FISIOLÓGICOS DO EXERCÍCIO

Para que os programas de exercícios físicos possam produzir as adaptações na direção desejada GUEDES (1995) relata que torna-se necessário estabelecer

uma combinação entre quatro componentes básicos: frequência, duração, intensidade e tipo do exercício físico. Para o autor, o princípio da sobrecarga, progressão e individualidade é atendido mediante o produto da frequência, duração e intensidade dos esforços físicos; ao passo que o tipo do exercício físico está associado ao princípio da especificidade.

O ajuste entre duração e intensidade relatado por GUEDES (1995) também pode definir o tipo do exercício físico. Os esforços físicos de intensidade mais elevada na opinião deste autor tendem a ser de menor duração, logo, com um predomínio do tipo anaeróbico, enquanto os de intensidade mais baixa tendem a ser de maior duração, portanto, com predomínio do tipo aeróbico.

Assim, a prescrição de um programa de exercícios físicos mais eficientes, dependem grande parte da combinação adequada da frequência, duração, intensidade e tipo do exercício físico, em que o domínio das informações relacionadas com a produção de energia para o trabalho muscular é fundamental.

2.8.1. Frequência e Duração de Treinamento

A frequência dos programas de exercícios físicos refere-se ao número de vezes que o indivíduo deverá se exercitar por semana, ou em casos esporádicos, por dia. O nível de aptidão física apresentada pelo indivíduo e as metas a serem alcançadas com o programa de treinamento são os fatores determinantes da frequência adequada.

A duração do treinamento é medida em segundos, minutos e horas conforme relata MELLEROWICZ (1987). Para este autor, a frequência do treinamento é caracterizada pelo número de sessões realizadas durante o período determinado (dia, semana, mês, ano).

Na seqüência, dependendo da finalidade do programa, a frequência semanal dos exercícios físicos deverá ser aumentada gradativamente. Os principais estudos indicam que o ideal é exercitar-se de 5 a 6 vezes por semana, e que somente 2 vezes por semana não deverá produzir modificações significativas na promoção da saúde, independentemente do nível de aptidão física do indivíduo (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 1991).

Quanto à duração de cada sessão do programa de exercícios físicos, fatores como trabalho total a ser realizado, intensidade dos esforços, frequência semanal e nível de aptidão física são fundamentais para a sua determinação. Contudo, ao se levar em conta a promoção da saúde, GUEDES (1995) argumenta que 30 minutos é o tempo mínimo preconizado; e com a ocorrência das adaptações funcionais e orgânicas que deve surgir com o desenvolvimento do programa, esse tempo deverá elevar-se paulatinamente até alcançar uma duração aproximada de 60 minutos por sessão.

2.8.2. Intensidade do Treinamento

Quanto à intensidade do treinamento MELLEROWICZ (1987) afirma que deve-se distinguir entre a intensidade relativa e a intensidade absoluta do treinamento. O autor diz que pode-se medir a intensidade absoluta, por exemplo, através da velocidade de deslocamento na natação, na corrida, no remo etc. (isto é, a distância percorrida em determinado tempo). No treinamento experimental, realizado no ergômetro, a intensidade é medida em *mkp/s* ou em *watts*.

A intensidade relativa é expressa em porcentagem da intensidade máxima, isto é, do rendimento máximo.

No treinamento intervalado, a determinação da intensidade é mais difícil. Deve-se calcular a intensidade média, por exemplo, através do quociente da distância total percorrida dividida pelo tempo que o atleta levou para percorrer esta distância. Porém, para identificar o tipo de treinamento, deve-se indicar a intensidade e a duração das fases de esforço e de recuperação.

De acordo com experiências empíricas citadas por MELLEROWICZ (1987), uma pequena quantidade de treinamento não leva a aumento visível do rendimento. Portanto, é provável que exista um limiar em relação à intensidade, à duração e à frequência do treinamento, o qual tem que ser ultrapassado para que o treinamento seja eficiente.

Segundo pesquisas realizadas por MULLER citado por MELLEROWICZ (1987), no treinamento de força, o limiar situa-se em torno de 20% a 30% da força máxima. O autor cita pesquisas que também localizaram o limiar em torno de 20% a

30%, em treinamento no cicloergômetro, realizado com grupos homogêneos e irmãos gêmeos homozigóticos (limiar em relação ao rendimento máximo em 3 e 6 minutos). Entretanto, o autor acredita que sejam necessárias mais experiências para estudar a dependência do limiar de outros fatores tais como a condição de treinamento, a constituição, a idade e o sexo.

É muito provável que, em relação à duração do treinamento, também exista um limiar que se deve ultrapassar para obter os efeitos desejados. No treinamento de força, segundo MELLEROWICZ (1987), o limiar localiza-se abaixo de um segundo com aplicação da força máxima. Em relação à frequência do treinamento, o autor relata que uma sessão semanal causa aumento perceptível da força. Em relação ao treinamento de resistência, o limiar parece ser semelhante. Experiências com grupos de treinamento, que só treinam uma vez por semana, já mostram um pequeno aumento do rendimento.

Por ser o principal determinante da utilização do sistema de produção de energia predominante, as adaptações funcionais e orgânicas induzidas pelos exercícios físicos dependem fundamentalmente da intensidade dos esforços físicos. Por definição, a intensidade de um exercício físico é a relação entre o esforço físico requerido para a sua realização e o esforço físico máximo que o indivíduo tem condições de suportar.

Conseqüentemente, se a duração e a frequência das sessões de exercícios físicos são caracterizados como fatores absolutos e, portanto, podem ser semelhantes em indivíduos com algumas diferenças quanto ao nível de aptidão física, a intensidade dos esforços físicos, por sua vez, está relacionada às condições individuais de cada um (GUEDES, 1995). Desse modo, a monitoração da

intensidade dos exercícios físicos requer conhecimento quanto ao potencial máximo de esforço físico, o que corresponde à capacidade funcional máxima de cada indivíduo. De maneira geral, a determinação ou a estimativa do consumo máximo de oxigênio e o referencial fisiológico mais utilizado para identificar a capacidade funcional máxima.

Para atingir um aumento máximo de força, a pessoa necessita-se de 3 a 6 sessões de treinamento por semana, realizadas em dias diferentes. Para conservar a força máxima, é provável que a frequência seja mais baixa do que para a aquisição da mesma força. MELLEROWICZ (1987) relata que a quantidade e a qualidade ideais do treinamento de força são determinadas em função de idade, do sexo e da constituição individual da pessoa, além da condição de treinamento, do objetivo, o período no qual o indivíduo se encontra e da importância deste fator para atuação específica (modalidade, prova).

Durante a realização dos exercícios físicos prolongados num ritmo constante, salvo em condições ambientais especiais ou em estado de morbidade, ou ainda mediante condições psicológicas adversas, verifica-se que existe uma relação relativamente linear entre a frequência cardíaca de esforço e a proporção de utilização do consumo máximo de oxigênio (ASTRAND & RODAHL, 1980). Com isso, muitas vezes, na falta de informações relacionadas ao consumo máximo de oxigênio, a prescrição da intensidade dos exercícios físicos com base em proporções da frequência cardíaca máxima de esforço tem sido opção bastante utilizada. Portanto, estabelecer a frequência cardíaca máxima de esforço do indivíduo passa a ser o atributo preponderante na prescrição da intensidade dos esforços físicos.

Nesse particular, vários métodos têm sido preconizados na tentativa de determinar a frequência cardíaca máxima de esforço. Entretanto, com base no pressuposto de que a capacidade funcional máxima deverá tomar-se menor com o passar dos anos em ambos os sexos, o uso da idade em sua estimativa passa a ser recurso bastante interessante.

Como regra geral, após os 20-25 anos admite-se que ocorre diminuição de um batimento cardíaco por minuto a cada ano; logo, uma estimativa da frequência cardíaca máxima de esforço pode ser feita mediante a subtração da idade atual do valor 220. Assim, para um indivíduo de 30 anos de idade, a frequência cardíaca máxima de esforço é de $220 - 30 = 190$ batimentos cardíacos por minuto (GUEDES, 1995).

Baseando-se na proposta de KARVONEN apud GUEDES. (1995), de posse da frequência cardíaca máxima de esforço, torna-se possível determinar os limites da frequência cardíaca equivalente à intensidade dos esforços físicos desejada, utilizando-se da chamada frequência cardíaca de reserva, que corresponde à diferença entre a frequência cardíaca máxima e a de repouso.

Por exemplo, em um indivíduo com 30 anos e com uma frequência cardíaca de repouso de 60 batimentos por minuto (os limites de frequência cardíaca preconizada para esforços físicos são entre 50 e 80%) deverá apresentar uma intensidade dentro de um limite de 125 e 164 batimentos por minuto. A região de frequência cardíaca preconizada para os esforços físicos, compreendida entre os limites inferior e superior, e também denominada de zona-alvo de esforço físico.

Para que possam ser melhorados e mantidos em níveis satisfatórios os índices de aptidão física relacionada a saúde, torna-se necessário desenvolver

exercícios físicos que possam verdadeiramente estimular o sistema cardiorrespiratório. Nesse particular, mesmo admitindo que a flexibilidade e a força/resistência muscular sejam considerados importantes componentes motores na preservação do melhor estado funcional e orgânico, na realização de qualquer esforço físico que seja é fundamental que o componente cardiovascular e respiratório funcionem eficientemente para captar e transportar o oxigênio necessário até os músculos ativos. Portanto, um melhor funcionamento desses dois sistemas, o que nos aspectos motores corresponde à resistência cardiorrespiratória, representa algo de enorme importância no cotidiano de qualquer indivíduo (GUEDES, 1995).

2.8.3. Especificidade do Treinamento

A qualidade do treinamento determina os efeitos quanto à sua forma e sua função. O treinamento específico tem efeitos específicos sobre o organismo, isto é, ele se adapta de maneira específica a solicitações específicas repetidas. Por exemplo, os efeitos de um treinamento de resistência são diferentes daqueles de um treinamento de força e efeitos de um treinamento de resistência na natação são distintos daqueles de um treinamento de resistência na corrida de fundo ou no ciclismo. Esta capacidade de adaptação específica do organismo é a condição fundamental para que possa haver aumento do rendimento específico conforme relatado por COOPER (1992).

Por isso, o treinamento específico para o esforço específico constitui conteúdo mais importante do treinamento. Os processos de adaptação específica e de aumento específico do rendimento são prejudicados quando prevalece treinamento de outros fatores, mesmo que se trate somente de prevalência temporária. Quando um corredor nada muito ou pratica ciclismo, são causados efeitos de treinamento não desejados pela quantidade excessiva de um tipo de esforço não específico, os quais influenciam negativamente a adaptação específica e chegam a reduzir o rendimento específico. É vasta a vivência que prova isto dentro de diferentes modalidades esportivas, mas, nem por isso deve-se proibir os atletas de praticarem outros tipos de atividade, dentro de certos limites de intensidade, já que estes tipos de atividade podem proporcionar ao atleta compensação, relaxamento (MELLEROWICZ, 1987; COOPER, 1992).

Assim, pode-se permitir que ciclistas e corredores tomem banho na piscina e nadem em velocidade e duração moderadas, sem correr o risco de diminuir seu rendimento. Em algumas modalidades, são realizados diferentes tipos de treinamento que às vezes até objetivam efeitos contrários. MELLEROWICZ (1987), toma como exemplo o remo, onde os atletas realizam treinamentos de força e de resistência específicos, com efeitos opostos. Assim, o organismo é forçado a tomar uma posição de compromisso entre força e resistência em termos de adaptação morfológica e função fisiológica. Neste tipo de treinamento combinado, o indivíduo não atingirá um nível máximo de resistência nem um nível máximo de força; portanto, podemos atingir um rendimento específico máximo, desde que as duas componentes (força e resistência) mantenham entre si uma relação ideal.

Já que a maior parte dos diferentes tipos de rendimento positivo são determinados por vários componentes biologicamente diferentes e de importância impar, é preciso segundo COOPER (1992), que se aplique, além do treinamento específico principal, o treinamento dos outros componentes, em dosagem ideal. Assim, por exemplo, O meio-fundista necessita, além do seu treinamento específico de resistência anaeróbico-aeróbica, do treinamento das outras componentes (força, velocidade, resistência, etc.).

Dependendo do tipo constitucional individual, deve-se segundo GUEDES (1995), procurar encontrar a dosagem ideal destes componentes do rendimento e compor o treinamento de acordo. Para tanto, a análise dos fatores endógenos importantes, em cada caso, pode fornecer indicações quantitativas e qualitativas para a relação individual entre os componentes do rendimento.

O treinamento de força leva, entre outros, à hipertrofia da musculatura em termos de aumento da seção transversa e do volume, conforme citado por FOSS (2000), enquanto que o treinamento de resistência, caracterizado pela longa duração e baixa intensidade, não tem efeitos hipertrofiantes sobre a musculatura esquelética.

O treinamento puramente de resistência causa aumento significativo da capilarização do músculo treinado, tanto em termos absolutos como relativos, além, do aumento do peso e volume do coração, do pulmão e de outros órgãos internos. Num treinamento puramente da força, não é possível observar estes efeitos relata MELLEROWICZ (1987), portanto, a atividade física prolongada e continua (duração superior a aproximadamente 6 minutos, sem pausas) é de importância fundamental para o desenvolvimento das vísceras. Neste tipo de esforço, os órgãos relacionados com a assimilação e o transporte de oxigênio são solicitados e, em regime de

intensidade crescente, seu desenvolvimento é estimulado, devido à preponderância do componente aeróbico no metabolismo energético em esforços com duração superior a seis minutos. Especialmente para indivíduos mais idosos, este tipo de atividade é indicado para a conservação da função dos órgãos internos, principalmente do sistema cardiovascular.

2.9. MECANISMOS FISIOLÓGICOS QUE CAUSAM AUMENTO DE FORÇA MUSCULAR

2.9.1. Fatores Neurais

Os fatores neurais têm duas sub-divisões: recrutamento de unidades motoras adicionais e inibição autogênica.

O recrutamento de unidades motoras adicionais refere-se ao fato de que geralmente as unidades motoras são recrutadas de maneira assíncrona (em separado). Assim, o ganho de força pode ser resultante de um recrutamento sincrônico de unidades motoras adicionais, facilitando a contração e aumentando a capacidade do músculo gerar força.

Essa melhora no recrutamento pode resultar de um bloqueio ou de uma redução de impulsos inibitórios, permitindo que mais unidades motoras sejam utilizadas simultaneamente.

A inibição autogênica é a inibição dos motoneurônios que inervam o músculo, que ocorre quando a tensão sobre as estruturas internas do tecido conjuntivo e

sobre os tendões musculares ultrapassa o limiar dos órgãos tendinosos de golgi neles localizados. Esses impulsos inibitórios podem ser reduzidos ou bloqueados gradualmente com o treinamento, permitindo que o músculo atinja maiores níveis de força (WILMORE, 2001).

2.9.2. Hipertrofia

Que é o aumento da área transversal das fibras musculares mediante treinamento de força. Dividi-se em crônica e transitória.

A hipertrofia transitória, ou de curta duração, refere-se ao “bombeamento” típico do fisioculturismo que causa um edema. O bombeamento é resultado do acúmulo de fluido (água) no espaço intersticial proveniente do treinamento de força. Esse edema permanece algumas horas no organismo, dependendo do estágio de treinamento do indivíduo, sendo gradualmente a água devolvida ao sangue.

Hipertrofia crônica ou constante é resultante de alterações estruturais no nível muscular. Seus efeitos são mais duradouros pelo fato de ser causada pelo aumento no tamanho das fibras musculares (BOMPA, 2001).

Essas alterações estruturais causadoras da hipertrofia podem ser explicadas por mais miofibrilas, mais filamentos de actina e miosina, mais sarcoplasma, mais tecido conjuntivo ou uma combinação desses itens (WILMORE, 2001).

Outro fato que pode ser causador de hipertrofia de fibras musculares individuais é a síntese protéica, já que as proteínas estão constantemente sendo sintetizadas e degradadas.

Essa degradação aumenta com o exercício, ao passo que a síntese diminui. Porém, esse processo inverte-se no período de recuperação pós-exercício, chegando a haver síntese superior ao normal.

2.9.3. Hiperplasia

Segundo WILMORE (2001), com treinamento intenso (cargas elevadas e poucas repetições) fibras musculares podem dividir-se ao meio, e em seguida cada metade cresce até atingir o tamanho da fibra original.

Esse fato foi demonstrado num estudo realizado com fisiculturistas altamente treinados comparados com indivíduos controle não treinados. Apesar dos indivíduos treinados apresentarem circunferência de membros muito maior as áreas das fibras musculares eram similares as dos indivíduos não treinados. O fato das circunferências serem maiores e as áreas das fibras similares levou os cientistas a acreditar que houve aumento no numero de fibras.

2.9.4. Frequência Cardíaca

O treinamento de força pode levar a redução da frequência cardíaca, porém essa redução é pequena e não tão confiável (pode não ocorrer) quando comparada com a redução proveniente do treinamento de endurance. Os fatores que podem influenciar nessa redução são: volume, duração e intensidade do treinamento, duração dos períodos de repouso entre as séries e quantidade de musculatura envolvida no trabalho.

2.9.5. Adaptação da Coordenação Neuromuscular

A realização de um exercício de maneira eficiente só pode ser obtida quando o atleta aprende a relaxar os músculos antagonistas de modo que contrações desnecessárias não afetem o movimento primário. Ou seja, numa contração onde o bíceps braquial é o motor primário (flexão do antebraço) o tríceps braquial seria o antagonista e permaneceria relaxado e não atrapalharia a realização do movimento (BOMPA, 2001).

2.10 MECANISMOS FISIOLÓGICOS QUE CAUSAM AUMENTO NE ENDURANCE

2.10.1. Volume de Ejeção

Com o treinamento de endurance o enchimento do ventrículo esquerdo durante a diástole é mais completo do que num coração não treinado, devido ao fato do volume plasmático aumentar com o treinamento fazendo com que haja mais sangue disponível para entrar no ventrículo esquerdo, o que leva a um maior volume diastólico final.

A frequência cardíaca do coração treinado é menor no repouso e na mesma taxa de trabalho comparando-se com um coração não-treinado, possibilitando assim um maior tempo de enchimento diastólico.

A massa das paredes posterior e septal do ventrículo esquerdo aumenta discretamente com o treinamento de endurance, proporcionando uma contração mais poderosa. Como resultado de uma contração mais forte o volume sistólico também aumenta porque uma maior quantidade de sangue é forçada para fora do coração.

Sendo assim, uma maior quantidade de sangue entra no ventrículo esquerdo e uma maior porcentagem do sangue é expulsa em cada contração, resultando em aumento do volume de ejeção (WILMORE, 2001).

2.10.2. Frequência Cardíaca

A frequência cardíaca será sub-dividida em: frequência cardíaca de reserva, submáxima e máxima.

Frequência cardíaca de reserva: pode ser reduzida de maneira acentuada com treinamento de endurance chegando a 1 batimento por minuto por semana nas primeiras semanas. Os mecanismos que causam alterações não são amplamente conhecidos, mas aparentemente o treinamento ao mesmo tempo em que aumenta a atividade parassimpática no coração, diminui a atividade simpática.

Frequência cardíaca submáxima: ao realizar suas funções cotidianas, um coração treinado realiza um trabalho menor do que um coração não treinado, devido ao fato do coração treinado apresentar maior eficiência de trabalho.

Frequência cardíaca máxima: geralmente a frequência cardíaca máxima tende a permanecer relativamente inalterada. Contudo, vários estudos indicam que para sujeitos com FC_{max} superiores a 180 bpm, a FC_{Max} pode ser reduzida discretamente após o treinamento (WILMORE, 2001).

2.10.3. Débito Cardíaco

O débito cardíaco é o produto do volume de ejeção e da frequência cardíaca. Sendo assim, esse sofre alterações principalmente por causa de um maior volume

de ejeção (acima citado). Já a frequência cardíaca só produzira efeitos nos exercícios sub-maximo e máximo (WILMORE, 2001).

2.10.4. Fluxo Sangüíneo

Músculos ativos necessitam de mais oxigênio e nutrientes, para tal ocorrem algumas adaptações nos seguintes fatores: aumento da capilarização dos músculos treinados, maior abertura dos capilares dos músculos treinados, redistribuição sangüínea mais efetiva e aumento no volume sanguíneo (WILMORE, 2001).

2.10.5. Volume Sangüíneo

O volume sanguíneo aumenta como consequência do treinamento de endurance causado principalmente por um aumento do volume plasmático sanguíneo, o qual por sua vez acarreta diminuição da viscosidade sanguínea possibilitando melhora na circulação e na disponibilidade de oxigênio (WILMORE, 2001).

3. METODOLOGIA

Foram recrutados 19 indivíduos, os quais foram divididos em dois grupos (G1 e G2). O G1 realizou somente treinamento de força, enquanto que o G2 realizou treinamento combinado de força e endurance. Os indivíduos foram testados antes (pré-teste) e após (pós-teste) 8 semanas de treinamento. Os testes de força e VO2 máximo foram aplicados imediatamente antes e após o treinamento para análise e interpretação dos resultados apresentados.

3.1. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Os sujeitos pesquisados eram homens sedentários que nunca haviam praticado musculação e tinham como objetivo o aumento de massa muscular. Os músculos testados foram flexores e extensores de joelho (bíceps da coxa, quadríceps) e cotovelo (bíceps braquial e tríceps braquial).

3.1.1. Variáveis do Estudo

Para avaliação da Repetição Máxima (1RM) foi escolhido um peso inicial que se aproxima ao máximo da capacidade máxima de levantamento do indivíduo. Após

a execução completa do exercício acrescentou-se o peso até o indivíduo não mais pudesse realizar de maneira correta. O ultimo peso com o qual a realização foi completa e correta é a 1RM. Os acréscimos variam entre um e cinco quilos, dependendo do músculo testado, e os intervalos entre uma execução e outra variam entre um e cinco minutos (Mcardle et.al,1998).

Para o Consumo Máximo de Oxigênio (VO_{2max}) foi utilizado o protocolo de Astrand em um cicloergometro. Neste protocolo o avaliado deve pedalar com uma carga equivalente á 3 watts por quilo corporal (homem) por cinco minutos. Por exemplo, um homem de 70 kg deve utilizar carga de 210 watts. Espera-se que entre o quarto e quinto minuto os batimentos cardíacos estabilizem entre aproximadamente 120 e 170 bpm (Astrand & Rodhal, 1977, apud Gomes 1995). Então se utiliza a seguinte formula: $Vo_{2máx} = 195 - 61 \times Vo_2 \text{ carga}/Fc - 61$, onde:

Fc = média da Fc obtida no 4º e 5º minutos.

$Vo_2 \text{ carga}$ = consumo de O_2 necessário para pedalar com uma carga, podendo ser obtido na seguinte equação: $Vo_2 \text{ carga } L \cdot min^{-1} = 0,014 \times \text{carga(watts)} + 0,129$ (MOLINARI, 2000).

3.1.2. Treinamento de Força

O treinamento de força consistiu em exercícios (descritos no anexo 1) com três séries de 10 repetições com cargas de 70% da 1RM realizados 5 x por semana.

3.1.3. Treinamento de Endurance

O G2 realizou treinamento de endurance três vezes por semana (Segundas, Quartas e Sexta feiras) ao fim da sessão de força com duração de vinte (20) minutos. A intensidade de treinamento foi à zona entre 70 e 80% do VO2 máximo. O VO2 máximo foi determinado no teste de cicloergometro acima citado.

O programa de treinamento de força para G2 é idêntico ao de G1.

4. RESULTADOS

Para melhor compreensão dos resultados os grupos G1 e G2 são apresentados separadamente.

4.1. CARACTERIZAÇÃO DO G1

As dobras cutâneas do G1 foram de 51.81 mm no pré-teste (desvio padrão \pm 7.15 mm) e de 48.00 mm no pós-teste (desvio padrão \pm 7.79 mm). Essa redução é de 7.35%. Todos os sujeitos do G1 apresentaram aumento na variável peso corporal. Esse aumento foi em média de 65,6 kg no pré-teste para 67,6 Kg no pós-teste, ou seja, de 3.2% de aumento e desvio padrão \pm 7.79Kg. A idade média no G1 foi de 19,5 anos e apresentou desvio padrão \pm 1,95 anos. Na variável de estudo $VO_{2max,1}$, o G1 aumenta de 38,2 ml/kg/min no pré-teste (desvio padrão \pm 6.98 ml/kg/min) para 45,07 ml/kg/min no pós-teste (desvio padrão \pm 7.72 ml/kg/min), ou seja, um de ganho 18%.

Todos os músculos estudados obtiveram aumento na força muscular, ou seja, 1 RM de bíceps braquial aumentou de 24.5 Kg no pré-teste para 32.4 Kg no pós-teste, o que revela aumento de 32%. O desvio padrão \pm 2.54KG no pré e \pm 2.06 KG no pós-teste. No tríceps braquial a 1RM no pré-teste foi de 23.6 Kg e aumentou para 32.2 Kg, 36% de aumento. O pré-teste tem desvio padrão \pm 3.47 KG e no pós-teste

± 2.52 Kg. No quadríceps a 1RM era de 63 Kg no pré-teste (desvio padrão ± 5.86 Kg) aumentou para 98.5 Kg no pós-teste (desvio padrão ± 9.73 Kg), mais de 56% de aumento. O bíceps femural que no pré-teste apresentava 34.5 Kg para 1 RM apresentando como desvio padrão ± 4.97 Kg e teve um aumento de 19%, o que fez com que a média subisse para 41 Kg na 1RM. O pós-teste teve desvio padrão ± 3.94 Kg.

4.2. CARACTERIZAÇÃO DO G2

O peso corporal do G2 diminui de 75,2 Kg no pré-teste (desvio padrão ± 12.18 Kg) para 74,7 Kg no pós-teste (desvio padrão ± 11.51 Kg), revelando uma queda de 0.7%. Tais reduções também são observadas nas dobras cutâneas que diminuíram de 84,5 mm no pré-teste (desvio padrão ± 25.20 mm) para 62,5 mm no pós-teste (desvio padrão ± 16.52 mm), que indica redução de 26% nas dobras cutâneas. A idade média foi de 23,5 anos com desvio padrão ± 4.06 .

O Vo_{2max} aumentou de 34,35 ml/Kg/min no pré para 45,33 ml/kg/min do pré para o pós-teste. Esse acréscimo é de 32%. O pré-teste teve desvio padrão ± 9.26 ml/Kg/min e o pós-teste ± 8.63 ml/Kg/min.

No bíceps braquial do G2 o aumento do pré para o pós-teste foi de 28.4 Kg, em 1 RM, para 35.5 Kg. Isso quer dizer 25% de acréscimo. O pré-teste apresentou um desvio padrão ± 6.22 Kg e o pós-teste ± 6.14 Kg. O tríceps braquial apresenta 28.7Kg no pré-teste, na 1 RM, e aumentou para 36.3 Kg no pós-teste, o desvio

padrão de cada teste foi ± 5.11 Kg e ± 5.91 Kg respectivamente. Esse aumento representa uma taxa de 26.5% para realização de 1 RM. O quadríceps no pré-teste apresentava 1 RM média de 76.6 Kg (desvio padrão ± 16.39 Kg) e aumentou para 115.5 Kg no pós-teste (desvio padrão ± 19.11 Kg), ou seja, 51% de acréscimo. O bíceps femural teve média de 1 RM no pré-teste de 41.1 Kg e no pós-teste de 43.3 Kg. Esse aumento na média é de cerca de 5%. O desvio padrão no pré-teste foi ± 9.61 Kg e ± 8.66 Kg no pós-teste.

4.3. COMPARAÇÃO ENTRE G1 e G2

Figura 1- Comparação entre grupos das modificações do peso corporal

As diferenças entre os grupos G1 e G2 na variável peso corporal podem ser observadas na figura 1. Enquanto que o grupo que realizou treinamento de força aumentou o peso corporal, o grupo que realizou o treinamento combinado diminuiu o peso corporal. A figura apresenta $p < 0.05$, ou seja, cada tipo de treinamento produziu um resultado específico na variável peso corporal.

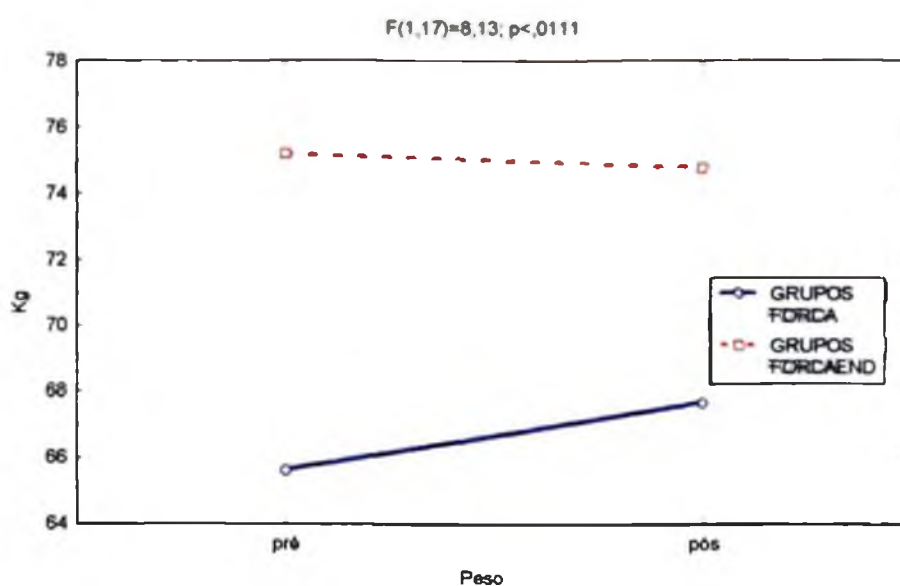


Figura 2- Comparação entre grupos das modificações das dobras cutâneas

Quando comparados em relação às dobras cutâneas ambos os grupos apresentam decréscimo no pós-teste em relação ao pré-teste, sendo a diminuição de G2 mais acentuada. Essa figura apresenta $p < 0.005$.

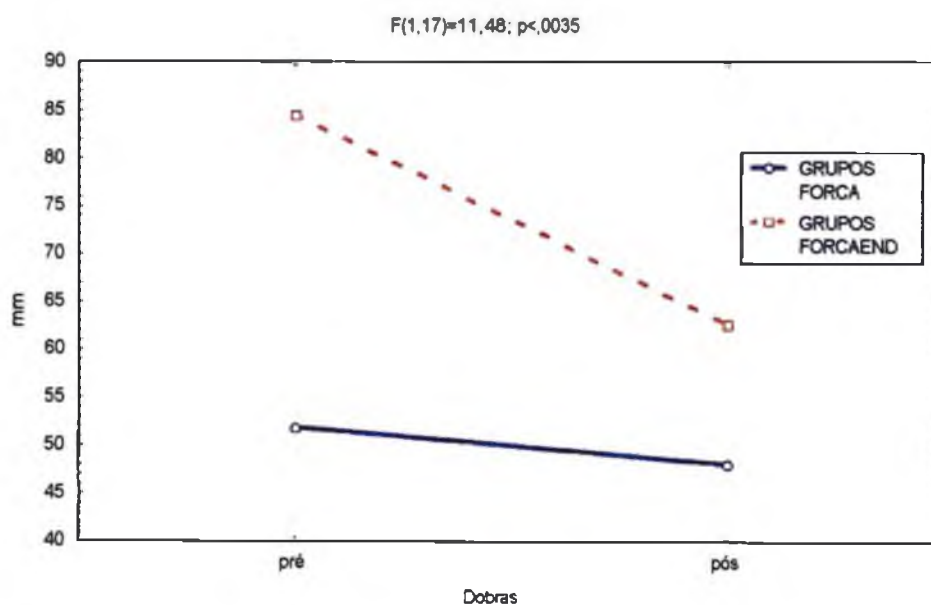


Figura 3- Comparação entre grupos em relação ao $VO_{2\text{máx}}$

A figura compara as modificações entre grupos G1 e G2 na variável $VO_{2\text{máx}}$. Ambos os grupos obtiveram aumento, porém cada grupo apresentou aumento distintos, $p < 0.05$. O G2, que realizou treinamento combinado, teve um aumento maior do que o conseguido pelo G1.

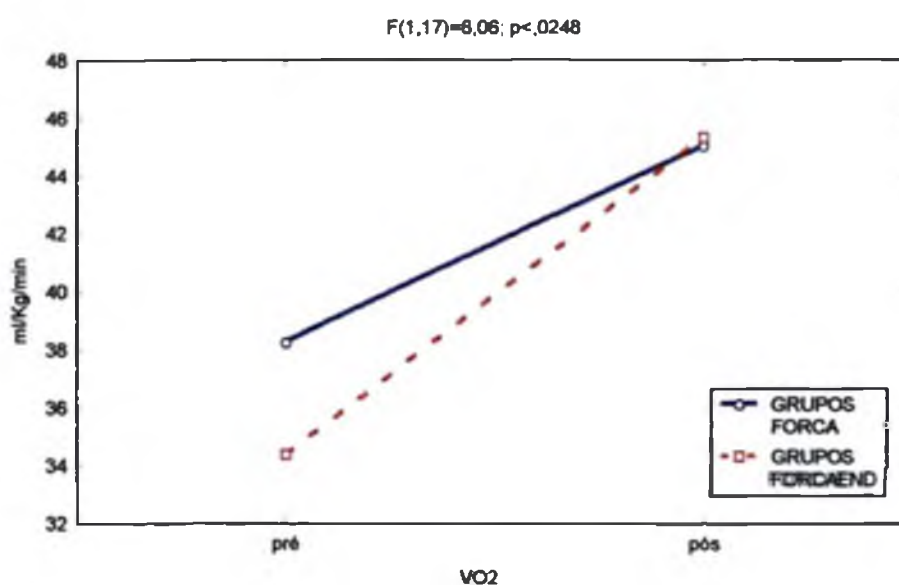
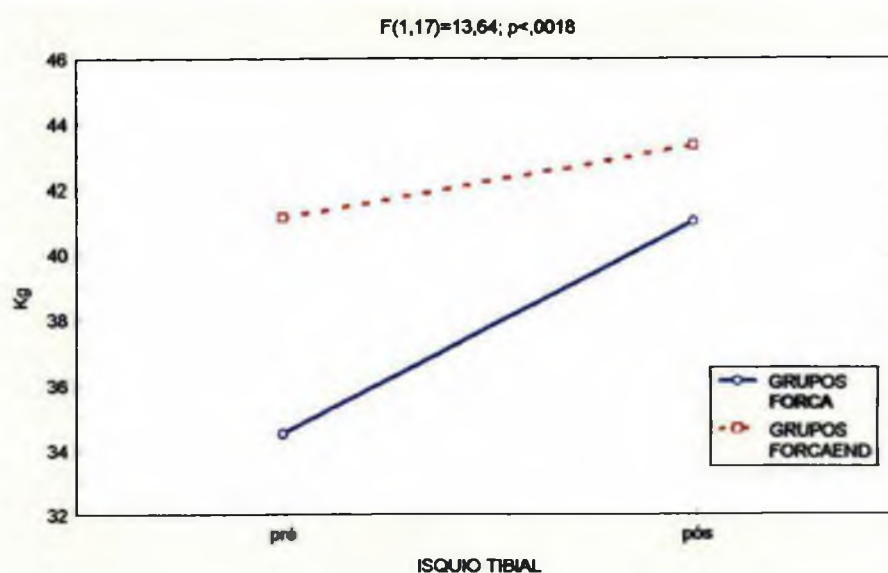


Figura 4- Comparação entre grupos em relação à força de isquio-tibial

A comparação entre os dois grupos em relação as modificações produzidas pelos diferentes tipos de treinamento na variável de força referente ao bíceps braquial apresenta $p < 0.3804$, no tríceps braquial $p < 0.2668$ e no quadríceps $p < 0.3847$. Portanto, não existe diferença entre G1 e G2, exceto para o grupo muscular do isquio tibial. G1 apresenta aumento mais acentuado do que G2 ($p < 0.05$).



5. DISCUSSÃO

A análise dos dados de caracterização física dos sujeitos do grupo 1 e do grupo 2 referentes ao peso corporal, dobras cutâneas revela que:

O peso corporal dos grupos apresentam variações de forma opostas. O grupo 1 aumentou o peso corporal e o grupo 2 diminuiu. Possivelmente tais diferenças ocorreram pela maior demanda no consumo de oxigênio e maior gasto energético associado ao treinamento aeróbio realizado pelo grupo 2 (POWERS, 2000). O aumento do peso corporal do grupo 1 pode ser explicado por ganhos em termos de massa muscular. Tais alterações foram refletidas sobre as dobras cutâneas já que o treinamento de força ou endurance induz perdas de gordura tanto relativa quanto absoluta e preservação ou aumento na massa isenta de gordura (GUEDES, 1998). A diminuição das dobras cutâneas do grupo 1 refere-se a indução ocasionada pelo treinamento de força (FLECK, 1997). No grupo 2, essa diminuição foi maior devido a especificidade do treinamento de endurance realizado após o treinamento de força e o aumento da duração do exercício, o que aumenta também o consumo de gordura (WILMORE, 2001).

Quando compara-se os grupos na variável $VO_{2máx}$ observa-se que ambos os grupos apresentam melhoras ($G1 = 18\%$ e $G2 = 32\%$) como resultado do treinamento realizado. Tais ganhos são compatíveis com um estudo apresentado por POWERS (2000) no qual os indivíduos realizaram o treinamento de duas a cinco vezes por semana, num período entre 8 e 12 semanas, com carga entre 50 a 85% do $VO_{2máx}$ e apresentaram aumento entre 30 e 50% no $VO_{2máx}$. O maior ganho

endurance provoca alterações sistêmicas favoráveis ao desenvolvimento da resistência corporal, tais como, maior volume de ejeção, aumento no fluxo, volume sanguíneo e concentração de hemoglobina (WILMORE, 2001). Esses achados fundamentam-se no princípio da especificidade que determina que o organismo adapta-se de maneira específica ao treinamento realizado (GUEDES, 1998). Tal fato confirma a quarta hipótese de que o treinamento de endurance combinado com o treinamento de força apresentará melhoras mais significativas na endurance que o treinamento isolado de força.

As adaptações provocadas pelo treinamento na variável força de quadríceps bíceps e tríceps braquial mostram que não existem diferenças entre os dois grupos. Essa constatação confirma o fato de não haver interferência negativa de uma modalidade em outra no treinamento conjunto de força e endurance. Tal idéia confirma o argumento de SALE (1990, apud POWERS, 2000) que diz não haver transferência negativa no treinamento de duas modalidades, isso quer dizer que no treinamento combinado, no caso força e endurance, o treinamento de endurance não interfere no desenvolvimento da força.

O treinamento de força leva a diminuição do batimento cardíaco na bicicleta ergométrica, aumentando o consumo de oxigênio dos dois grupos devido ao tipo de teste realizado. Tal fato está de acordo com o estudo realizado por BLESSING et al. (apud FLECK, 1997) onde os indivíduos treinaram cinco vezes por semana com cargas entre 50 a 100% da repetição máxima. Tal constatação confirma a primeira hipótese de que o treinamento de força produzirá ganhos na força e na endurance.

No grupo muscular dos ísquios tibiais os ganhos de força encontrados no grupo 1 foram maiores do que os observados no grupo 2. Uma possível hipótese

para explicar tal fato seriam as diferenças de peso corporal (o que leva a uma repetição máxima maior) e 1 repetição máxima (quanto melhor a performance, mais difícil será aumentar a mesma) existente entre os grupos. Porém a análise estatística utilizada neste estudo que leva os valores do peso corporal e 1 repetição máxima como covariada não suporta essa idéia.

Outra hipótese é que as alterações neurais dos ísquios tibiais são maiores do que o grupo dos extensores do joelho, pois os sujeitos não praticam atividades específicas para este grupo muscular com a mesma frequência que para o grupo dos extensores do joelho.

Em resumo, o grupo 1 obteve melhoras na força e na endurance, porém o grupo 2 também apresentou melhoras na força e na endurance, sendo que as modificações na força foram equivalentes com as modificações do grupo 1 e as alterações na endurance foram maiores em comparação com as conseguidas pelo grupo 1. Sendo assim, a segunda hipótese de que o treinamento de endurance combinado com o treinamento de força não produzirá melhoras na força e a terceira hipótese de que o treinamento de endurance combinado com o treinamento de força não produzirá melhora na endurance são negadas.

6. CONCLUSÃO

Nessa pesquisa foi realizada a comparação nas alterações provocadas pelo treinamento de força isolado e a combinação do treinamento de força com o treinamento de endurance nas capacidades físicas força e $VO_{2máx}$. Para tal, 19 indivíduos foram divididos em dois grupos (G1 e G2) e testados quanto a força máxima, $VO_{2máx}$, variáveis de estudo, e peso, dobras cutâneas e idade, variáveis descritivas.

O objetivo desse trabalho era verificar quais os efeitos dos diferentes programas de treinamento sobre as capacidades físicas força e endurance, mais especificamente os efeitos do treinamento de força na endurance e os efeitos do treinamento combinado de força e endurance sobre a força e a endurance.

Após os testes cada grupo recebeu seu programa de treinamento com intensidade calculada a partir dos resultados obtidos nos testes. G1 realizou somente treinamento de força e G2 realizou o treinamento combinado. Ao fim de oito semanas de treinamento, as variáveis foram reavaliadas.





Este estudo confirma os argumentos que o treinamento de força provoca melhoras na endurance e que no treinamento combinado não há transferência negativa de uma modalidade para a outra.






É necessário que sejam realizados outros estudos com treinamento combinado a fim de analisar o menor ganho de força produzido pelo treinamento combinado de força e endurance em comparação com o treinamento isolado de força no ísquio tibial.

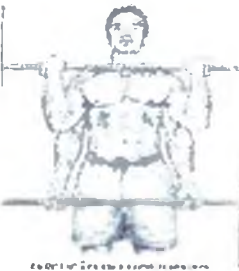



ANEXO





ANEXO 1




Lista de exercícios.

<p>Voador</p> 	<p>Sentado, com pés apoiados, com quadril, joelhos e cotovelos flexionados a 90° e ombro em abdução de 90°. Realizar adução horizontal de ombro, sem movimentar os cotovelos.</p>
<p>Supino Reto</p> 	<p>Decúbito dorsal, com MMII em semi-flexão e apoiados no aparelho, flexão de 90° de ombro e cotovelo estendido. Realizar flexão de cotovelo até 90°.</p>
<p>Supino Inclinado</p> 	<p>Indivíduo deve estar em aparelho apropriado, com inclinação anterior de tronco de 45°, MMII semi-fletidos e apoiados no solo. A posição dos MMSS e o movimento é o mesmo do exercício anterior.</p>
<p>Supino Declinado (canadense)</p> 	<p>Sentado, com pés apoiados, com quadril, joelhos e cotovelos flexionados a 90° e ombro em abdução de 90°. Realizar extensão de cotovelo.</p>
<p>Triceps pulley</p>	<p>Em pé, com um membro inferior a frente do outro e levemente flexionados, cotovelos ao lado do tronco e flexionados a 90° e antebraços</p>

	pronados. Realizar extensão de cotovelo.
Tríceps Pulley Inverso 	Mesma posição do exercício anterior, sendo que o antebraço está em supinação. Realizar extensão de cotovelo.
Tríceps Francês 	Sentado, com pés apoiados, com quadril, joelhos e cotovelos flexionados a 90° e ombro em flexão de 180°. Realizar extensão de cotovelo.
Pulley Costas 	Sentado, com flexão de 90° de quadril e joelhos, pés apoiados, ombros em abdução de aproximadamente 135° e extensão de cotovelos, realiza volta da abdução (abaixa o braço), flexão de cotovelos e adução da escápula, trazendo o peso para trás do corpo.
Pulley Frente Aberto 	Sentado, com tronco levemente inclinado para trás, flexão de 90° de joelhos, pés apoiados, ombros em abdução de aproximadamente 135° e extensão de cotovelos, realiza volta da abdução (abaixa o braço) e flexão de cotovelos, trazendo o peso a frente do corpo.
Remada Baixa 	Sentado, com semi-flexão de quadril e joelhos, pés apoiados no aparelho, ombros em flexão, cotovelos estendidos e antebraço em posição neutra (polegares para cima), realiza extensão de ombros, flexão de cotovelos e adução de escápula.

Remada Serrote	<p>Em pé, em semi-flexão de quadril e joelhos, flexão tronco, ombros em flexão, cotovelos estendidos e antebraço em posição neutra (polegares para cima), realiza extensão de ombros, flexão de cotovelos e adução de escápula.</p>
Rosca Direta 	<p>Com leve flexão de quadril e joelhos e extensão de cotovelos (estes devem estar encostados no tronco), realiza flexão de cotovelo, simultaneamente, até 135°.</p>
Rosca Alternada. 	<p>Realizado da mesma forma que o exercício anterior, apenas alternando os cotovelos ao fletí-los.</p>
Rosca Scott 	<p>Sentado, com o tronco encostado no banco do aparelho, ombros em leve flexão, cotovelos estendidos e antebraço em supinação, realiza também flexão de cotovelos.</p>
Extensor 	<p>Sentado com quadril e joelhos fletidos e dorso apoiado no encosto do aparelho. realizar extensão de joelho, até próximo da extensão total.</p>

<p>Agachamento Hack</p> 	<p>Com o corpo inclinado a aproximadamente 45° (apoiado pelo aparelho), MMII em semi-flexão de quadril e joelho e pés apoiados. Ele então realiza extensão quase completa de quadril e joelhos, com a carga estando em seus ombros.</p>
<p>Leg Press 45°</p> 	<p>Em aparelho inclinado, partindo da posição de semi-flexão dos MMII, estando com o tronco todo apoiado, e atingindo a extensão quase completa de quadril e joelhos. A carga deste exercício está nos pés.</p>
<p>Flexor</p> 	<p>Decúbito ventral, com peso no tornozelo, realiza flexão de joelhos até 90°.</p>
<p>Panturrilha em Pé</p> 	<p>Partindo da posição ortostática, com pés apoiados, realiza plantiflexão de tornozelo, num aparelho específico, com pesos apoiados no ombro.</p>

<p>Levantamento com Halteres</p> <p>Frontal</p> 	<p>Em pé, com joelhos levemente flexionados e MMSS estendidos ao longo do corpo, realiza flexão de ombro até 90°.</p>
<p>Levantamento com Halteres</p> <p>Lateral</p> 	<p>Na mesma posição que o exercício anterior e realiza o movimento de abdução de ombro até 90°.</p>
<p>Voador Inverso.</p> 	<p>Sentado, com o tórax encostado na cadeira do aparelho, com pés apoiados, com quadril, joelhos e cotovelos flexionados a 90° e ombro em abdução de 90°. Realizar abdução horizontal de ombro, sem movimentar os cotovelos.</p>

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American College of Sports Medicine. **ACSM's Guidelines for Exercise testing and Prescription**. 5th Edition. Philadelphia, Williams & Wilkins, 1991.
2. ASTRAND, P. O., RODAHL, K. **Tratado de fisiologia do exercício**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana. 1980.
3. BLAIR, S. N. **Prova de esforço e prescrição de exercício**. Rio de Janeiro: Revinter, 1989.
4. BOMPA, Tudor O. **A Periodização no treinamento desportivo**. São Paulo: Manole, 2001.
5. COOPER, K. H. **Correndo sem medo**. Rio de Janeiro: Nórdica, 1992.
6. FLECK, S. J.; KRAEMER W.J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. Porto Alegre, Artes médicas, 1997.
7. FOX, E. L.; BOWERS, R. W.; FOSS, MERLE L. **Bases fisiológicas da educação física e dos desportos**. Rio de Janeiro, Nórdica, 2000.
8. GUEDES, D. P. **Exercício físico na promoção da saúde**. Londrina: Mediograf, 1995.
9. GUEDES, D.P., GEUEDES, J.P. **Controle do peso corporal**. Londrina : Mediograf, 1998.
10. GUYTON, A. C. **Tratado de fisiologia médica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.
11. MAUGHAN, R. GLEESON, M; GREENHAFF, P. L. **Bioquímica do exercício e do treinamento**. São Paulo; EPU, 2000.
12. McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. Rio de Janeiro: 1998.
13. MELLEROWICZ, H. **Treinamento físico: bases e princípios fisiológicos**. São Paulo: EPU, 1987.
14. MOLINARI, Bruno. **Avaliação Médica e Física: Para atletas e praticantes de atividades físicas**. São Paulo: Editora Roca, 2000.
15. PAFFENBARGER, R. S. W. Chronic disease in former college students: the effects of single and multiple characteristics on risk of fatal coronary heart disease. **American Journal of Epidemiology**, v.90, p.527-534, 1993.
16. POWERS, S.K., HOWLEY, E. T. **Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. São Paulo: Manole, 2000.
17. SILVA, J. M. R. **Fisiologia da circulação**. São Paulo: EPU, 1997.
18. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, **Normas para apresentação de trabalhos**. Curitiba: Editora da UFPR, 1996.
19. WARD, D. S. Role of the physician and physical education teacher in the treatment of obesity at school. **Pediatrician**, v.13, p.44-51, 1995.
20. WILMORE, J. H. **Fisiologia do esporte e do exercício**. São Paulo: Mande, 2001.